

СРАВНИТЕЛЬНАЯ БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЛЕВЫХ СЕВООБОРОТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МНОГОЛЕТНИХ И ОДНОЛЕТНИХ ТРАВ В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Г. В. Овсянникова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории технологии возделывания зерновых культур, vniizk30@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-4172-0878;
Г. В. Метлина, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории технологии возделывания пропашных культур, metlina_gv@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-1712-0976;
С. А. Васильченко, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории технологии возделывания пропашных культур, wasilchenko12@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0003-1587-2533
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Однолетние и многолетние травы имеют важное значение не только в кормопроизводстве как источник зеленого корма, сена, силоса, травяной муки и сенажа, но и в земледелии как хорошие предшественники для зерновых культур за счет способности накапливать в почве биологический азот (уменьшение затрат на минеральные удобрения), дезинфицировать почву (освобождение от микрзоопаразитов), улучшать физическое состояние почвы (снижение плотности почвы). Также многолетние травы являются важным компонентом биологизированных севооборотов, так как количество остающихся в почве после уборки растительных остатков в несколько раз больше, чем после озимых культур. Полевые опыты проводили в 2009–2016 гг. в отделе технологии возделывания зерновых и пропашных культур ФГБНУ «АНЦ «Донской». Опытное поле находится в южной почвенно-климатической зоне Ростовской области (недостаточное и неустойчивое увлажнение). Почвой опытного участка является чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый на лессовидных суглинках с содержанием гумуса 3,2%, нейтральной реакцией pH, повышенным содержанием подвижного фосфора и обменного калия по Мачигину. В статье представлена биоэнергетическая оценка зернового (4-польного с включением однолетних трав) и биологизированного (8-польного с насыщением до 25% многолетними травами) полевых севооборотов. Было установлено, что выход питательных веществ с 1 га севооборотной площади биологизированного севооборота выше, чем в зерновом, на 22% по сухому веществу, на 40% по содержанию сырого протеина и на 39% по обменной энергии, а затраты энергии на 1 кг сырого протеина на 27% ниже.

Ключевые слова: севооборот, урожайность, сырой протеин, обменная энергия, многолетние травы, однолетние травы, звено севооборота.

Для цитирования: Овсянникова Г. В., Метлина Г. В., Васильченко С. А. Сравнительная биоэнергетическая оценка полевых севооборотов с использованием многолетних и однолетних трав в Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2019. № 6(66). С. 23–27. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-23-27.



COMPARATIVE BIOENERGY ESTIMATION OF FIELD CROP ROTATIONS USING PERENNIAL AND ANNUAL GRASSES IN THE ROSTOV REGION

G. V. Ovsyannikova, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of grain crop cultivation technology, vniizk30@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-4172-0878;
G. V. Metlina, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of row crop cultivation technology, metlina_gv@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-1712-0976;
S. A. Vasilchenko, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory of row crop cultivation technology, wasilchenko12@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0003-1587-2533
Agricultural Research Center "Donskoy",
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Annual and perennial grasses are important not only as a source of green fodder, hay, silage, grass meal and haylage in feed production, but also as good forecrops, due to the ability to accumulate biological nitrogen in the soil (since it decreases the cost of mineral fertilizers), to disinfect the soil from micro zoo pests, to improve the physical condition of the soil (since it decreases soil density). Perennial grasses are also an important component of biologized crop rotations, since the amount of crop residues remaining in the soil after harvesting is several times greater than after winter crops. The field trials were conducted in 2009–2016 by the staff of the laboratory of row crop cultivation technology of the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy". The experimental plot is located in the southern soil-climatic zone of the Rostov region (with insufficient and unstable moisture). The soil of the experimental plot is ordinary heavy loamy chernozem on loesslike loams, with 3.2% humus, neutral pH, and a high content of movable phosphorus and exchange potassium according to Machigin. The current paper has presented a bioenergetic estimation of grain (4-crop rotation sequence with annual grasses included) and biologized (8-crop rotation sequence with 25% perennial grasses) crop rotations. It has been established that nutrients' amount per 1 ha of crop rotation area of biologized crop rotation is higher than in grain crop rotation on 22% of dry matter, on 40% of raw protein and on 39% of metabolic energy. Energy consumption per 1 kg of raw protein is lower on 27%.

Keywords: crop rotation, productivity, raw protein, exchangeable energy, perennial grasses, annual grasses, crop rotation element.

Введение. Одним из факторов сохранения почвенного плодородия является биологизация зем-

леделия. С количеством и качеством растительных остатков, оставленных после уборки полевых куль-

тур, связаны плодородие почвы и содержание в ней активного органического вещества.

Многолетние травы имеют огромное значение для кормопроизводства, биологизации земледелия, энергосбережения и экологии. Такие кормовые травы, как люцерна и эспарцет, обладают высокими кормовыми качествами, что является основой создания надежной кормовой базы и получения объемистых кормов с содержанием сырого протеина 18–23% и обменной энергии 10,5–11,0 МДж в 1 кг сухого вещества (Игнатъев и др., 2018).

Количество остающихся в почве после многолетних трав растительных остатков в 2,5–3,3 раза больше, чем после зерновых культур. Вес корневой массы, остающейся в почве многолетними травами, примерно равен или значительно превышает надземную массу урожая, в то время как масса корней и стеблей, оставленных зерновыми культурами, составляет 1/3–1/4 от массы произведенного зерна (Голдштейн, 2000). Масса корневой системы люцерны в слое почвы 0–30 см достигает максимальной величины в годы с дефицитом влаги в летний период после 3-го года жизни – 6,06 т/га, а в годы с оптимальным увлажнением после 2-го года жизни – 7,24 т/га (Листопадов, 2003).

По данным Донского ЗНИИСХ, в десятипольном зернопаропропашном севообороте больше растительной массы поступило в почву также после люцерны – 14,6 т/га (за 3 года), в то время как от подсолнечника – только 4,7 т/га, а озимой пшеницы по пару – 4,4 т/га. Весовое количество корневых остатков люцерны в 1,6 раза больше, чем надземных; подсолнечника – в 1,5; озимой пшеницы – в 1,3 раза (Шапошникова, 2004).

Многолетние бобовые травы способны за счет симбиоза с клубеньковыми бактериями фиксировать из воздуха до 200 кг/га биологического азота, что позволяет экономить значительные средства на минеральные удобрения (Федоров, 2000). Отличительными особенностями люцерны и эспарцета являются потребление труднодоступных для других сельскохозяйственных культур элементов минерального питания и перевод в доступные посредством накопления их в корневой системе с последующей минерализацией корнеплодных остатков.

Севооборот с включением суданской травы является высокопродуктивным по выходу полноценных кормов с единицы площади (Шишова, 2019).

Озимая пшеница является важнейшей продовольственной культурой, которая имеет большой удельный вес в структуре зернового клина России, при этом значительная доля (более 20%) всех посевов этой культуры сосредоточена в Ростовской области (Громова, 2016).

В последние годы площади посевов озимой пшеницы в Ростовской области увеличиваются. Для получения высоких и стабильных урожаев этой продовольственной культуры необходимо правильное размещение ее в севообороте, так как она требо-

вательна к плодородию почв. В связи с этим многолетние травы наряду с черным паром являются лучшими предшественниками для озимой пшеницы.

По данным С. И. Баршадской, озимая пшеница, размещенная после эспарцета, на протяжении всего вегетационного периода обеспечивается в достаточном количестве всеми элементами минерального питания (Баршадская, 2010).

Целью наших исследований являлась биоэнергетическая оценка восьмипольного (биологизированного) севооборота с 25% насыщением люцерной и зернового четырехпольного севооборота.

Материалы и методы исследований. Исследования проведены в стационарном полевом многофакторном опыте отдела технологии возделывания зерновых и пропашных культур АНЦ «Донской», заложенном в 2009 г. по общепринятым методикам (Доспехов, 1985; Методика государственного испытания сельскохозяйственных культур, 1989; Кива, 1990; Калашников, 1985; Разумов, 1983).

Объектами исследований являлись сорта озимой пшеницы, ярового ячменя, люцерны и суданской травы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской», а также сорта гороха и овса других селекционных учреждений.

В полевом опыте лаборатории технологии возделывания зерновых культур изучали влияние на продуктивность зерновых и зернобобовых культур биологизированного севооборота (25% многолетних бобовых трав) со следующим чередованием культур: люцерна 1-го года, люцерна 2-го года, озимая пшеница, яровой ячмень, занятый пар (горох), озимая пшеница, горох, яровой ячмень.

В коротком четырехпольном севообороте изучали продуктивность культур при высокой насыщенности зерновыми культурами (75%) и отсутствии черного па.

Технология возделывания изучаемых культур проводилась согласно зональной системе ведения сельского хозяйства Ростовской области (Ермоленко, 2001).

Биохимический анализ осуществляли в лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна ФГБНУ «АНЦ «Донской».

Климат зоны характеризуется недостаточным и неустойчивым увлажнением (Гриценко, 2005). Среднесуточная температура воздуха составила 9,6 °С, а среднегодовое количество осадков – 582,4 мм. За период активной вегетации сумма эффективных температур воздуха составляет 3400–3600 °С.

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый на лессовидных суглинках. Агрохимические показатели пахотного слоя почвы: гумус – 3,2%; pH – 7,0; P₂O₅ – 18,5–20,0; K₂O – 342–360 мг/кг почвы.

Агроклиматические условия в годы проведения исследований значительно различались как по количеству осадков, так и по температурному режиму, что позволило объективно оценить изучаемые севообороты (табл. 1).

1. Сумма осадков и среднесуточные температуры воздуха за годы исследований
1. Precipitation amount and average daily air temperatures through the years of study

Год	Сумма осадков за год, мм	Отклонение от среднегодовой нормы, мм (+/-)	Среднесуточная температура воздуха за год, °С	Отклонение от среднемноголетней нормы, °С (+/-)	ГТК
2009	671,8	89,4	11,0	1,4	0,89
2010	591,2	8,8	12,0	2,4	0,64
2011	505,3	-77,1	9,8	0,2	0,67
2012	472,9	-109,5	10,9	1,3	0,56
2013	602,7	20,3	11,4	1,8	0,68
2014	490,3	-92,1	10,7	1,1	0,57

2015	595,0	12,6	11,3	1,7	0,69
2016	650,1	67,7	10,8	1,2	0,79
В среднем за годы исследований	572,4	-10,0	11,0	1,4	0,69
Варьирование показателя	472,9–671,8	–	9,8–12,0	–	0,56–0,89

Только в 2010, 2013 и 2015 гг. среднегодовая сумма осадков была близка к среднемноголетней норме. Среднесуточная сумма температур была выше среднемноголетней нормы во все годы исследований.

Гидротермический коэффициент находился в пределах от 0,56 в 2012 г. до 0,89 в 2009 г. (в среднем 0,69), что характеризует годы исследований как засушливые и очень засушливые.

Для периода активной вегетации характерен недобор осадков на фоне высоких среднесуточных температур воздуха. Особенно острый недостаток влаги наблюдался в июле, августе и сентябре 2011, 2012 и 2014 гг. Осенне-весенние осадки позволяли получать высокую урожайность зеленой массы и сухого вещества.

Математическую обработку результатов исследований проводили на персональном компьютере с использованием компьютерной программы Microsoft Excel 2003.

Результаты и их обсуждение. Проведенные исследования показали, что среди изучаемых культур люцерны формирует высокую урожайность зеленой массы и сухого вещества, характеризующиеся высоким содержанием питательных веществ в вегетативной массе, позволяя использовать их в биологизированных технологиях в качестве предшественников. Также это важно в условиях засушливого климата, где выбор культур из-за ограничения по влагообеспеченности невелик, в результате чего зерновые культуры зачастую сеют по стерновым зерновым предшественникам, а, как следствие, в результате этого возникают проблемы с болезнями, вредителями и сорняками.

В результате изучения восьмипольного севооборота с насыщением люцерной (25%) в среднем по севообороту получено с 1 га севооборотной площади: сухого вещества – 3,20 т; кормовых единиц – 3,82 т; сырого протеина – 0,56 т и обменной энергии – 48,60 ГДж (табл. 2).

2. Биоэнергетическая оценка восьмипольного севооборота с насыщением люцерной (25%) (2013–2014 гг.)

2. Bioenergy estimation of eight-crop rotation sequence with alfalfa (25%) (2013–2014)

Показатель	Культура севооборота								По севообороту	
	люцерна		озимая пшеница	яровой ячмень	пар занятый (горох)	озимая пшеница	горох	яровой ячмень	в сумме	на 1 га
	1-го года	2-го года								
Урожайность, т/га	30,4	15,5	4,50	3,17	1,34	4,35	1,79	3,98		
Выход с гектара: сухого вещества, т	6,07	3,10	3,87	2,73	1,15	3,74	1,54	3,42	25,62	3,20
кормовых единиц, т	4,55	2,33	5,76	4,06	1,58	5,57	2,11	4,58	30,54	3,82
сырого протеина, т	1,15	0,58	0,60	0,42	0,29	0,58	0,39	0,45	4,46	0,56
обменной энергии, ГДж/га	98,21	49,43	55,77	39,72	20,53	53,89	23,59	47,67	388,81	48,60
Затраты энергии на: технологию, ГДж/га	12,90	7,97	10,21	9,87	9,20	10,19	9,30	10,10	79,74	9,97
1 кг сухого вещества, МДж	2,12	2,57	2,64	3,62	8,00	2,72	6,04	2,95	30,66	3,83
1 кормовую единицу, МДж	2,84	3,42	1,77	2,43	5,82	1,83	4,41	2,20	24,72	3,09
1 кг сырого протеина, МДж	11,21	13,74	17,02	23,50	31,72	17,57	23,85	22,44	161,05	20,13

Второй год возделывания люцерны отмечался практически двукратным снижением урожайности и выходом сухого вещества, кормовых единиц и сырого протеина с гектара: 15,5 т/га, 3,10 т, 2,33 т, 0,58 т против 30,4 т/га, 6,07 т, 4,55 т, 1,15 т соответственно в первый год жизни.

Применение люцерны в качестве предшественника озимой пшеницы положительно отразилось на урожайности зерна (4,50 т/га). Это способствовало большому выходу сухого вещества (3,87 т/га), кормовых единиц (5,76 т/га), сырого протеина (0,60 т/га).

Для ярового ячменя более предпочтительным предшественником был горох, где урожайность зерна

составляла 3,98; сбор сухого вещества – 3,42; кормовых единиц – 4,58; сырого протеина – 0,45 т/га.

Горох, высеваемый после озимой пшеницы, был более урожайным (1,79 т/га), чем после ярового ячменя, а также обеспечивал больший выход с гектара сухого вещества (1,54 т), кормовых единиц (2,11 т), сырого протеина (0,39 т) в сравнении с предшественником яровым ячменем, где урожайность составила 1,34 т/га, выход сухого вещества – 1,15 т/га, кормовых единиц – 1,58 т/га, сырого протеина – 0,29 т/га.

В зерновом четырехпольном севообороте с 1 га севооборотной площади получено сухого вещества 2,62; кормовых единиц – 3,15; сырого протеина – 0,40 т и обменной энергии – 34,93 ГДж (табл. 3).

3. Биоэнергетическая оценка четырехпольного зернового севооборота (2013–2014 гг.)

3. Bioenergy estimation of a four-crop rotation sequence (2013–2014)

Показатель	Культура севооборота				По севообороту	
	суданская трава (зеленая масса)	озимая пшеница	овес	яровой ячмень	в сумме	на 1 га
Урожайность, т/га	16,05	3,06	2,73	2,64	–	–
Выход с гектара: сухого вещества, т	3,21	2,63	2,35	2,27	10,46	2,62

кормовых единиц, т	2,57	3,92	2,73	3,38	12,60	3,15
сырого протеина, т	0,56	0,41	0,29	0,35	1,61	0,40
обменной энергии, ГДж/га	38,23	37,90	30,57	33,03	139,73	34,93
Затраты энергии на: технологию, ГДж/га	8,67	10,21	9,79	9,87	38,53	9,64
1 кг сухого вещества, МДж	2,70	3,88	4,16	4,35	15,09	3,77
1 кормовую единицу, МДж	3,37	2,60	3,59	2,92	12,48	3,12
1 кг сырого протеина, МДж	15,48	24,90	33,76	28,20	107,34	25,58

В опыте суданская трава обеспечивала высокую урожайность зеленой массы и выход сухого вещества с гектара. Однако кормовая ценность продукции была ниже по сравнению с другими культурами севооборота: 2,57 против 2,73–3,92 т/га. Наибольшие сбор сырого протеина и выход обменной энергии отмечались в этом варианте опыта.

В зерновом четырехпольном севообороте отмечалось снижение урожайности зерна озимой пшеницы по сравнению с биологизированным на 30–32%. Таким образом, использование однолетних трав (суданская трава) на зеленую массу не является хорошим предшественником для озимой пшеницы.

Вследствие высокой насыщенности севооборота зерновыми культурами отмечалось снижение урожайности зерна и ярового ячменя по сравнению с биологизированным.

Отличительной особенностью данного севооборота является повышение на 41,7–46,3% и 42,1–46,9% энергозатрат на 1 кг сырого протеина и кормовых единиц соответственно при возделывании озимой пшеницы. Подобная тенденция относительно затрат энергии на данные показатели качества зерна также отмечались и по яровому ячменю, где превышение затрат на сырой протеин составляло 20,0–25,7%, а на кормовые единицы – 20,2–32,7%.

Сравнительная биоэнергетическая оценка зернового (четырёхпольного) и биологизированного (восьмипольного с насыщением до 25% люцерной) севооборотов показала, что выход питательных веществ с 1 га севооборотной площади биологизированного севооборота выше, чем в зерновом, на 22% по сухому веществу, на 40% по содержанию сырого протеина и на 39% по обменной энергии (табл. 4).

4. Сравнительная биоэнергетическая оценка зернового и биологизированного севооборотов (2013–2014 гг.)

4. Comparative bioenergy estimation of grain and biologized crop rotation (2013–2014)

Севооборот	Выход с 1 га севооборотной площади				Затраты энергии на 1 кг, МДж			К. Э. Э.
	сухого вещества, т	кормовых единиц, т	сырого протеина, т	обменной энергии, ГДж	сухого вещества	кормовых единиц	сырого протеина	
Зерновой	2,62	3,15	0,40	34,93	3,77	3,12	25,58	3,62
Биологизированный	3,20	3,82	0,56	48,60	3,83	3,09	20,13	4,87

В биологизированном севообороте отмечено снижение затрат энергии на 1 кг сырого протеина (27%) с наибольшим коэффициентом энергетической эффективности – 4,87 против 3,62 в зерновом севообороте.

Выводы. Сравнительная биоэнергетическая оценка зернового (4-польного) и биологизированного (8-польного с насыщением до 25% люцерной) сево-

оборотов показала, что выход питательных веществ с 1 га севооборотной площади биологизированного севооборота выше, чем в зерновом, на 22% по сухому веществу, на 40% по содержанию сырого протеина и на 39% по обменной энергии. Также данный севооборот отличался меньшими затратами энергии (снижение на 27%) на производство 1 кг сырого протеина.

Библиографические ссылки

- Баршадская С. И., Романенко А. А., Квашин А. А. Продуктивность озимой пшеницы в северной зоне Краснодарского края. Краснодар, 2010. 254 с.
- Голдштайн В., Боинчан Б. Ведение хозяйств на экологической основе в лесостепной и степной зонах Молдовы, Украины и России. М.: ЭкоНива, 2000. С. 69–70.
- Гриценко А. А. Агрометеорологические условия в Зерноградском районе Ростовской области (1930–2002 гг.). Ростов н/Д., 2005. 80 с.
- Громова С. Н., Скрипка О. В., Подгорный С. В. Продуктивность и устойчивость сортов озимой мягкой пшеницы к полеганию и мучнистой росе в условиях Ростовской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2016. № 4. С. 4–9.
- Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 351 с.
- Ермоленко В. П., Калинин И. Г. и др. Система ведения агропромышленного производства Ростовской области (на период 2001–2005 гг.). Ростов н/Д.: Феникс, 2001. 928 с.
- Игнатьев С. А., Грязева Т. В., Игнатьева Н. Г., Редигин А. А. Изучение динамики продуктивности и качества корма разных сортов люцерны и эспарцета // Зерновое хозяйство России. 2018. № 5(59). С. 10–14. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-59-5-10-14.
- Калашников А. П., Клейменова Н. И., Баканов Н. Н. и др. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Справочное пособие. М.: Агропромиздат, 1985. 352 с.
- Кива А. А., Рабштына В. М., Сотников В. И. Биоэнергетическая оценка и снижение энергоёмкости технологических процессов в животноводстве. М.: Агропромиздат, 1990. 175 с.
- Листопадов И. Н., Техин И. И., Овчинников В. А. Корневые системы и противоэрозионная эффективность культур в севообороте // Рациональное природопользование и сельскохозяйственное производство в южных регионах Российской Федерации. М.: Современные тетради, 2003. С. 81–85.
- Методика государственного испытания сельскохозяйственных культур. М., 1989. Вып. 2. 194 с.
- Разумов В. А. Руководство по анализу кормов. М.: Россельхозиздат, 1983. 273 с.

13. Федоров В. А., Воронцов В. А., Брюхова З. Я. Земледелие на биологической основе. Тамбов: Пролетарский светоч, 2000. 50 с.
14. Шапошникова И. М. Плодородие черноземов юга России. Ростов н/Д., 2004. 177 с.
15. Шишова Е. А., Ковтунова Н. А., Ковтунов В. В., Романюкин А. Е. Создание и хозяйственно-биологическая характеристика сорго-суданковых гибридов // Зерновое хозяйство России. 2019. № 2(62). С. 27–31. DOI: 10.31367/2079-8725-62-2-27-31.

References

1. Barshadskaya S. I., Romanenko A. A., Kvashin A. A. Produktivnost' ozimoy pshenicy v severnoj zone Krasnodarskogo kraja [The winter wheat productivity in the northern zone of the Krasnodar Territory]. Krasnodar, 2010. 254 s.
2. Goldshtajn V., Boinchan B. Vedenie hozyajstv na ekologicheskoy osnove v lesostepnoj i stepnoj zonah Moldovy, Ukrainy i Rossii [Ecological farming in the forest-steppe and steppe zones of Moldova, Ukraine and Russia]. M.: EkoNiva, 2000. S. 69–70.
3. Gricenko A. A. Agrometeorologicheskie usloviya v Zernogradskom rajone Rostovskoj oblasti (1930–2002 god) [Agrometeorological conditions in the Zernograd district of the Rostov region (1930–2002)]. Rostov n/D., 2005. 80 s.
4. Gromova S. N., Skripka O. V., Podgornij S. V. Produktivnost' i ustojchivost' sortov ozimoy myagkoj pshenicy k poleganiyu i muchnistoj rose v usloviyah Rostovskoj oblasti [Productivity and resistance of winter soft wheat varieties to lodging and powdery mildew in the conditions of the Rostov region] // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 2016. № 4. S. 4–9.
5. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Kolos, 1985. 351 s.
6. Ermolenko V. P., Kalinenko I. G. i dr. Sistema vedeniya agropromyshlennogo proizvodstva Rostovskoj oblasti (na period 2001–2005 gg.) [The system of agricultural production in the Rostov region (for the period of 2001–2005)]. Rostov n/D.: Feniks, 2001. 928 s.
7. Ignat'ev S. A., Gryazeva T. V., Ignat'eva N. G., Redigin A. A. Izuchenie dinamiki produktivnosti i kachestva korma raznyh sortov lyucerny i esparceta [The study of the dynamics of productivity and quality of feed obtained from different alfalfa and sainfoin varieties] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 5(59). S. 10–14. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-59-5-10-14.
8. Kalashnikov A. P., Klejmyonova N. I., Bakanov N. N. i dr. Normy i raciony kormleniya sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh. Spravochnoe posobie [Norms and rations for feeding farm animals. Reference guide]. M.: Agropromizdat, 1985. 352 s.
9. Kiva A. A., Rabshtyna V. M., Sotnikov V. I. Bioenergeticheskaya ocenka i snizhenie energoyomkosti tekhnologicheskikh processov v zhivotnovodstve [Bioenergy assessment and reduction of energy intensity of technological processes in animal husbandry]. M.: Agropromizdat, 1990. 175 s.
10. Listopadov I. N., Tekhin I. I., Ovchinnikov V. A. Kornevye sistemy i protivooerozionnaya effektivnost' kul'tur v sevooborote [Root systems and anti-erosion efficiency of grain crops in crop rotation] // Racional'noe prirodopol'zovanie i sel'skohozyajstvennoe proizvodstvo v yuzhnyh regionah Rossijskoj Federacii. M.: Sovremennye tetradi, 2003. S. 81–85.
11. Metodika gosudarstvennogo ispytaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur [Methods of State Variety Testing of Agricultural crops]. M., 1989. Vyp. 2. 194 s.
12. Razumov V. A. Rukovodstvo po analizu kormov [Guidelines for feeds analysis]. M.: Rossel'hozizdat, 1983. 273 s.
13. Fyodorov V. A., Voroncov V. A., Bryuhova Z. Ya. Zemledelie na biologicheskoy osnove [Biologically based farming]. Tambov: Proletarskij svetoch, 2000. 50 s.
14. Shaposhnikova I. M. Plodorodie chernozemov yuga Rossii [Fertility of blackearth (chernozem) of the south of Russia]. Rostov n/D., 2004. 177 s.
15. Shishova E. A., Kovtunova N. A., Kovtunov V. V., Romanyukin A. E. Sozdanie i hozyajstvenno-biologicheskaya harakteristika sorogo-sudankovyh gibridov [Development and economic and biological characteristics of sorghum-Sudan hybrids] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 2(62). S. 27–31. DOI: 10.31367/2079-8725-62-2-27-31.

Поступила: 7.10.19; принята к публикации: 17.10.19.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Овсянникова Г. В. – концептуализация исследований, подготовка опыта, анализ данных и их интерпретация; Метлина Г. В. – подготовка опыта, выполнение полевых опытов и сбор данных, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Васильченко С. А. – выполнение полевых опытов и сбор данных, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.